

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5329533号  
(P5329533)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/08 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/08

請求項の数 15 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2010-509145 (P2010-509145)  
 (86) (22) 出願日 平成21年4月14日 (2009.4.14)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/057471  
 (87) 国際公開番号 WO2009/131029  
 (87) 国際公開日 平成21年10月29日 (2009.10.29)  
 審査請求日 平成24年3月19日 (2012.3.19)  
 (31) 優先権主張番号 特願2008-116313 (P2008-116313)  
 (32) 優先日 平成20年4月25日 (2008.4.25)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153498  
 株式会社日立メディコ  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 (72) 発明者 松村 剛  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 株式会社日立メディコ内  
 審査官 宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波診断装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被検体に当接させて超音波を送受する超音波探触子と、該超音波探触子に超音波を送信させる送信部と、前記超音波探触子により受信された反射エコー信号であるRF信号を受信処理する受信部と、該受信部から出力されるRF信号に基づいて超音波像を生成する画像生成部と、該画像生成部により生成された超音波像を表示する表示部と、前記送信手段と前記受信手段を制御する制御部とを備えてなる超音波診断装置において、

前記超音波探触子の超音波送受信面に装着された弾性カプラの変形に基づいて前記被検体に加えられた圧力を評価する圧迫状態評価部を備え、

前記圧迫状態評価部は、前記弾性カプラが無加圧の初期状態における前記弾性カプラの露出面の位置を検出して初期厚みを求める初期化処理部と、

前記弾性カプラと前記被検体との境界を検出して前記弾性カプラの厚みを求め、該厚みと前記初期厚みに基づく厚み変化を求め、該厚み変化と前記弾性カプラの弾性特性に基づいて圧力を評価するカプラ圧迫評価部を備えてなることを特徴とする超音波診断装置。

## 【請求項 2】

請求項1に記載の超音波診断装置において、  
 前記初期化処理部は、前記RF信号が予め定められた閾値を越えて変化する強度変化に基づいて、前記弾性カプラが装着されたことを検出することを特徴とする超音波診断装置。

## 【請求項 3】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

10

20

前記初期化処理部は、前記弾性カプラが装着された状態において、前記送信部から前記超音波探触子に超音波信号が出力されてから、該超音波信号に対応する前記RF信号の強度又は前記超音波像の輝度が予め設定した閾値を初めて越えるまでの時間に基づいて前記弾性カプラの露出面を検出して、前記弾性カプラの初期厚みを検出することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項4】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記初期化処理部は、前記RF信号と該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだ前記RF信号の強度又は前記超音波像の輝度が予め定められた閾値を越えて変化する多重エコーの周期に基づいて、前記弾性カプラが装着されたことを検出することを特徴とする超音波診断装置。 10

【請求項5】

請求項4に記載の超音波診断装置において、

前記初期化処理部は、前記多重エコーの周期に基づいて、前記弾性カプラの初期厚みを求ることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項6】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、ゲル状物質により形成された板状体の内部に超音波散乱体の層が形成されてなり、

前記初期化処理部は、前記RF信号と該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだ前記RF信号の強度分布又は前記超音波像の輝度分布に基づいて、前記弾性カプラが装着されたことを検出することを特徴とする超音波診断装置。 20

【請求項7】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、装着具を介して前記超音波探触子に装着されてなり、  
該装着具は、前記超音波探触子のケースに形成された係止部に着脱自在に係止される係止突起を有してなり、

前記カプラ装着検出部は、前記超音波探触子の前記係止部に前記係止突起が係止された状態のときに動作する装着センサから出力される信号に基づいて、前記弾性カプラが装着されたことを検出することを特徴とする超音波診断装置。 30

【請求項8】

請求項6又は7に記載の超音波診断装置において、

前記初期化処理部は、前記RF信号と該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだ前記RF信号の強度又は前記超音波像の輝度が予め定められた閾値を越えて変化する前記多重エコーの周期に基づいて前記弾性カプラの露出面を検出して、前記弾性カプラの初期厚みを検出することを特徴とする超音波診断装置。  
。

【請求項9】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記カプラ圧迫評価部は、前記RF信号と該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだ前記RF信号の強度又は前記超音波像の輝度が予め定められた閾値を越えて周期的に変化する多重エコーが存在しないことにより前記弾性カプラが加圧状態にあることを検出することを特徴とする超音波診断装置。 40

【請求項10】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記カプラ圧迫評価部は、前記送信部から前記超音波探触子に出力された超音波信号に対応する前記RF信号又は該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだ前記RF信号の強度又は前記超音波像の輝度が予め定められた閾値を初めて越えた時間に基づいて前記弾性カプラと前記被検体との境界を検出して前記 50

弾性カプラの厚みを求め、該求めた厚みと前記初期厚みとを比較して厚み変化を求め、該厚み変化と前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられた絶対圧力を評価することを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 1 1】**

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記カプラ圧迫評価部は、前記RF信号の強度又は前記超音波像の輝度が予め定められた閾値を初めて越えた時間に基づいて前記弾性カプラと前記被検体との境界を検出して前記弾性カプラの厚みを求め、求めた前記弾性カプラの厚みと前記初期厚みに基づいて厚みの変化率を求め、該変化率と前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられた絶対圧力を評価することを特徴とする超音波診断装置。 10

**【請求項 1 2】**

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記カプラ圧迫評価部は、初期状態において前記受信部から出力される前記RF信号フレームデータと、加圧状態の計測時において前記受信部から出力される前記RF信号フレームデータとを取り込み、該一対の前記RF信号フレームデータに基づいて前記弾性カプラ内部の計測点の変位を求めて歪みを求め、該求めた歪みと前記弾性カプラの種類に対応させて設定された弾性特性に基づいて前記被検体に加えられた絶対圧力を評価することを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 1 3】**

請求項11又は12に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、ゲル状物質により板状体に形成し、該板状体の内部に超音波散乱体が拡散混入されたものであることを特徴とする超音波診断装置。 20

**【請求項 1 4】**

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記カプラ圧迫評価部は、初期状態を含めて前記受信部から出力される取得時間が異なる一対の前記RF信号フレームデータを順次取り込み、該一対の前記RF信号フレームデータに基づいて前記弾性カプラ内部の計測点の変位を求めて歪みを求め、初期状態から加圧状態における歪みを積算し、該歪み積算値と前記弾性特性に基づいて前記被検体に加えられた絶対圧力を評価することを特徴とする超音波診断装置。 30

**【請求項 1 5】**

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記圧迫状態評価部は、前記求めた絶対圧力の数値、経時変化のグラフ、バーチャートなどの少なくとも一つを、前記表示部に表示される前記超音波像に並べて又は一部に重ねて表示させることを特徴とする超音波診断装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0 0 0 1】**

本発明は、超音波診断装置に係り、特に、被検体の生体組織の断層画像(Bモード像)又は弾性情報による診断、ドプラ計測又はカラーフローモード(CFM)による血流診断等の検査時に、超音波探触子によって被検体に加えられる圧力の評価機能を備えた超音波診断装置に関する。 40

**【背景技術】**

**【0 0 0 2】**

一般に、超音波診断装置は、超音波探触子(以下、単に探触子という。)から超音波を被検体である生体内に送波し、生体内から反射される超音波の反射エコー信号を探触子により受波し、受波した反射エコー信号(RF信号)に基づいて、生体内の組織や機能等の検査に適した画像等を生成して診断を行なうものである。

**【0 0 0 3】**

このような超音波診断装置において、超音波は生体組織内部の伝播過程において減衰することから、Bモード像による検査は、比較的強い力で探触子を被検体に押し当てて生体 50

組織を圧迫して変形させ、深部の組織を探触子側に近づけて撮像することにより高画質な画像を得ることが望ましい。

【0004】

一方、ドプラ計測やCFMなどの血流検査では、あまり強く探触子を押し当てて生体組織を圧迫すると、血管の断面が潰れて正しい血流情報を取得できないため、Bモード診断時よりも軽微な圧迫状態で検査を行うことが望ましい。

【0005】

また、生体組織の硬さ又は軟らかさの弾性情報を画像化するエラストグラフィによる検査でも、生体組織は圧迫の強さに応じて組織の硬さが変化する非線形性を有するため、一定の圧力による圧迫状態下で得られた弾性画像に基づいて診断を行うことが重要とされる

10

。

【0006】

すなわち、検査法に応じて適切な圧迫状態(圧力)が異なることが認識されてきているが、全ての診断で適切な圧迫状態を習得するまでには多くの経験を積む必要がある。また、検査によっては、例えば、Bモードで関心部位の断層画像を撮像して保存し、次にそのまま、同一断面の血流情報を取得するためにドプラ計測に切り替えて検査するプロセスが頻繁にある。このような検査プロセスの場合に、Bモード像を取得するに適した比較的強い圧迫状態を保ったままでドプラ画像を取得してしまうと、上述したように正しい血流情報を取得できないおそれがある。つまり、各検査法あるいは検査法を切り替えたときなどに、不適切な圧迫状態のまま検査を進めてしまい、適切な診断を速やかに行なうことを妨げるおそれがある。

20

【0007】

そこで、例えば、特許文献1には、被検体の生体組織に加わる実際の圧力、つまり生体組織に加わる絶対的な圧力(以下、単に絶対圧力という。)を計測する方法が提案されている。これによれば、探触子の超音波送受信面に圧計測用変形体である弾性カブラを装着し、弾性カブラを介して探触子により被検体を圧迫し、そのときの弾性カブラの変形に基づいて絶対圧力を求めるようにしている。

【0008】

したがって、特許文献1に記載の圧迫状態評価方法によれば、例えば、被検体に加えられた絶対圧力を計測して、生体組織の硬さ又は軟らかさの弾性情報を取得することができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2005-66041号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、検査法あるいは関心部位の深度などに応じて適切な圧迫力が大きく異なるため、1種類の弾性カブラで広範囲の絶対圧力の検出に対応することは難しい。そこで、例えば、絶対圧力の適切な範囲に合わせて弾性特性が異なる複数の弾性カブラを用意しておき、検査法あるいは関心部位の深度などに応じて弾性カ布拉を交換することが望まれる。

40

【0011】

しかし、特許文献1の技術によれば、弾性カ布拉の交換の度に、弾性カ布拉の初期厚みD(0)及び弾性特性を操作者が入力して初期設定しなければならず、初期設定の作業が煩雑になり、また、初期設定を誤ると検査をやり直ししなければならないから、操作者の負担が大きくなるという問題がある。

【0012】

本発明が解決しようとする課題は、超音波探触子によって被検体に加えられる絶対圧力の検出に係る操作を簡単化して使い勝手を向上することにある。

50

**【課題を解決するための手段】****【0013】**

上記の課題を解決するため、本発明は、被検体に当接させて超音波を送受する超音波探触子と、該超音波探触子に超音波を送信させる送信部と、前記超音波探触子により受信された反射エコー信号であるRF信号を受信処理する受信部と、該受信部から出力されるRF信号に基づいて超音波像を生成する画像生成部と、該画像生成部により生成された超音波像を表示する表示部と、前記送信手段と前記受信手段を制御する制御部とを備えてなる超音波診断装置において、前記超音波探触子の超音波送受信面に装着された弾性カプラの変形に基づいて前記被検体に加えられた圧力を評価する圧迫状態評価部を備え、前記圧迫状態評価部は、前記弾性カプラが無加圧の初期状態における前記弾性カプラの露出面の位置を検出して初期厚みを求める初期化処理部と、前記弾性カプラと前記被検体との境界を検出して前記弾性カプラの厚みを求め、該厚みと前記初期厚みに基づく厚み変化を求め、該厚み変化と前記弾性カプラの弾性特性に基づいて圧力を評価するカプラ圧迫評価部を備えてなることを特徴とする。10

**【0014】****(初期化処理部)**

初期化処理部は、前記RF信号に基づいて前記弾性カプラが無加圧の初期状態にあることを検出し、前記弾性カプラが初期状態における前記RF信号に基づいて前記弾性カプラの露出面の位置を検出して初期厚みを求める。これによれば、検査法あるいは関心部位の深度などに応じて弾性カプラを交換し、又は取り外しても、圧迫状態評価部は自動的に弾性カプラの脱着を認識でき、かつ弾性カプラの初期厚みを自動で求めることができる。20

**【0015】**

まず、弾性カプラが無加圧の初期状態にあることを検出する第1の例は、前記RF信号が予め定められた閾値を越えて変化する強度変化に基づいて、前記弾性カプラが装着されたことを検出する。また、第2の例は、RF信号と該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだRF信号の強度又は超音波像の輝度が予め定められた閾値を越えて変化する多重エコーの周期に基づいて、弾性カプラが装着されたことを検出する。

**【0016】**

すなわち、弾性カプラが装着されていなければ、超音波探触子の超音波受信面に設けられる音響レンズが空中に露出されるので、その露出面で反射される多重エコーがRF信号に含まれ、その周期は音響レンズの厚みに相関する。一方、弾性カプラが装着されていれば、音響レンズに起因する多重エコーは消失する。そこで、音響レンズに起因する多重エコーの有無により弾性カプラの装着を検出できる。また、弾性カプラが装着され、かつ弾性カプラの被検体側の面が空中に露出されていれば、弾性カプラの露出面で反射される弾性カプラの厚みに応じた周期の多重エコーがRF信号に含まれるから、弾性カプラに起因する多重エコーの有無により弾性カプラの装着を検出できる。30

**【0017】**

さらに、弾性カプラが無加圧の初期状態にあることを検出する第3の例は、前記弾性カプラを、ゲル状物質により形成された板状体の内部に超音波散乱体の層を形成し、前記RF信号と該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだ前記RF信号の強度分布又は前記超音波像の輝度分布に基づいて、前記超音波散乱体を検出することにより、前記弾性カプラが装着されたことを検出する。また、第4の例は、前記弾性カプラを、装着具を介して前記超音波探触子に装着し、該装着具は前記超音波探触子のケースに形成された係止部に着脱自在に係止される係止突起を有し、前記超音波探触子の前記係止部に前記係止突起が係止された状態のときに動作する装着センサから出力される信号に基づいて、前記弾性カプラが装着されたことを検出する。40

**【0018】**

次に、弾性カプラの初期厚みを求める第1の例は、弾性カプラが装着された状態において、送信部から超音波探触子に超音波信号が出力されてから、該超音波信号に対応するRF50

信号の強度又は超音波像の輝度が予め設定した閾値を初めて越えるまでの時間に基づいて前記弾性カプラの露出面を検出して、前記弾性カプラの初期厚みを検出する。また、第2の例は、前記RF信号と該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだ前記RF信号の強度又は前記超音波像の輝度が予め定められた閾値を越えて変化する前記多重エコーの周期を検出して、その周期と音速に基づいて前記弾性カプラの初期厚みを求める。

#### 【0019】

(カプラ圧迫評価部)

カプラ圧迫評価部は、前記RF信号に基づいて前記弾性カプラと前記被検体との境界を検出して前記弾性カプラの厚みを求め、該厚みと前記初期厚みに基づいて厚み変化を求め、該厚み変化と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求める。10

#### 【0020】

ここで、弾性カプラが加圧状態にあるか否かは、前記RF信号と該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだ前記RF信号の強度又は前記超音波像の輝度が予め定められた閾値を越えて周期的に変化していないこと、つまり上述した多重エコーが検出されることにより、弾性カプラが加圧状態にあることを検出できる。

#### 【0021】

次に、被検体に加えられた絶対圧力の算出は、前記弾性カプラが加圧状態にあるとき、前記送信部から前記超音波探触子に出力された超音波信号に対応する前記RF信号又は該RF信号に基づいて生成される超音波像の輝度データのいずれか一方を取り込み、取り込んだ前記RF信号の強度又は前記超音波像の輝度が予め設定した閾値を初めて越えるまでの時間に基づいて前記弾性カプラと被検体との接触面を検出して、加圧状態における前記弾性カプラの厚みを求める。つまり、超音波探触子から出力された超音波に対応するRF信号は、弾性カプラと被検体との境界面(接触面)で強度が大きく変化する。そこで、超音波探触子から超音波を送波してからRF信号が閾値を越えた時間を検出し、その時間の1/2に音速を乗じて弾性カプラの厚みを求める。このようにして求めた厚みと初期厚みとを比較して厚み変化を求め、厚み変化と弾性カプラの弾性特性に基づいて、前記被検体に加えられた絶対圧力を算出する。20

#### 【0022】

ここで、弾性カプラの弾性特性(例えば、弾性率)は、予めメモリ等の記憶部に記憶させておき、交換又は装着時に入力部を介して操作者が弾性カプラの種類の識別符号などを入力してメモリから読み出せることができる。また、初期厚みは、上述した初期化処理部において自動計測して得られた値を用いる。

#### 【0023】

カプラ圧迫評価部は、初期状態において前記受信部から出力される前記RF信号フレームデータと、加圧状態の計測時において前記受信部から出力される前記RF信号フレームデータとを取り込み、該一対の前記RF信号フレームデータに基づいて前記弾性カプラ内部の計測点の変位を求めて歪みを求める、該求めた歪みと前記弾性カプラの種類に対応させて設定された弾性特性に基づいて前記被検体に加えられた絶対圧力を求める。40

#### 【0024】

又は、カプラ圧迫評価部は、初期状態を含めて前記受信部から出力される取得時間が異なる一対の前記RF信号フレームデータを順次取り込み、該一対の前記RF信号フレームデータに基づいて前記弾性カプラ内部の計測点の変位を求めて歪みを求める、初期状態から加圧状態における歪みを積算し、該歪み積算値と前記弾性特性に基づいて前記被検体に加えられた絶対圧力を求める。すなわち、カプラ圧迫評価部は、前記弾性カプラ内部の計測点の変位を求めて歪みを求める処理を、初期状態から経時的に繰返し、該繰返し求めた歪み変化を積算して歪み積算値を求める、求めた歪み積算値と前記弾性カプラの種類に対応させて設定された弾性特性に基づいて前記被検体に加えられた積算時の絶対圧力を算出する。50

## 【0025】

この場合において、前記弾性カプラは、ゲル状物質により板状体に形成し、該板状体の内部に超音波散乱体が拡散混入されたものを用いることが好ましい。これによれば、弾性カプラ内部の計測点からのRF信号を大きくできることから、変位及び歪みの検出精度を向上でき、絶対圧力の評価精度を向上できる。

## 【0026】

また、本発明において、前記圧迫状態評価部は、前記求めた絶対圧力の数値、経時変化のグラフ、バーチャートなどの少なくとも一つを、前記表示部に表示される前記超音波像に並べて表示させることが好ましい。これによれば、圧迫状態をリアルタイムでモニタリングでき、種々の検査法に適した圧迫状態か否かを評価することができるから、経験の程度にかかわらず適切な圧迫状態の検査を支援することができる。

10

## 【発明の効果】

## 【0027】

本発明によれば、超音波探触子によって被検体に加えられる絶対圧力の検出に係る操作を簡単化でき、使い勝手を向上することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0028】

【図1】本発明の実施形態1の超音波診断装置のブロック構成図。

【図2】実施形態1の超音波診断装置に用いる弾性カプラの一実施例の構成図。

20

【図3】実施形態1の圧迫状態評価部の詳細構成を示すブロック構成図。

【図4】実施形態1の圧迫状態演算部の詳細構成を示すブロック構成図。

【図5】実施形態1の特徴部の処理手順を説明するフローチャート。

【図6】実施形態1の初期状態及び加圧状態の検出原理を説明する図。

【図7】弾性カプラの装着を検出する他の実施例の構成図。

【図8】実施形態1により表示される圧迫状態画像の一例を示す図。

【図9】実施形態1により表示される圧迫状態画像の他の例を示す図。

【図10】発明の実施形態2の超音波診断装置のブロック構成図。

【図11】実施形態2の圧迫状態評価部の詳細構成を示すブロック構成図。

【図12】実施形態2の圧迫状態演算部の詳細構成を示すブロック構成図。

30

【図13】実施形態2の特徴部の処理手順を説明するフローチャート。

【図14】実施形態2のカプラ圧迫評価部の一実施例の処理を説明する図。

【図15】実施形態2のカプラ圧迫評価部の他の実施例の処理を説明する図。

## 【符号の説明】

## 【0029】

1 探触子、2 送信回路、3 受信回路、8 切替加算器、9 画像表示器、10 RF信号フレームデータ選択部、11 変位演算部、12 弾性演算部、13 弹性データ処理部、19 制御インターフェイス部、20 弾性カプラ、30、50 圧迫状態評価部、31 カプラ装着検出部、33、52 圧迫状態演算部、34 初期化処理部、35 加圧状態検出部、36、54 カプラ圧迫評価部、37、55 圧力変換部、38 圧迫状態画像構築部、51 カプラID識別部、53 カプラデータベース

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0030】

以下、本発明の超音波診断装置の実施形態について、図面を参照して説明する。

## (実施形態1)

図1に、本発明の一実施形態の超音波診断装置の機能ブロック構成図を示す。図2(A)に本実施形態に適用する弾性カプラの斜視図を、図2(B)に弾性カプラを装着具で超音波探触子に装着した断面図を示す。図3と図4に本実施形態の圧迫状態評価部の詳細な機能ブロック構成図を示す。

## 【0031】

図1に示すように、本実施形態の超音波診断装置は、超音波を利用して被検体の診断部

50

位について断層画像を得るとともに生体組織の硬さ又は軟らかさを表す弾性画像を表示するものである。同図に示すように、超音波探触子(以下、単に、探触子という。)1は送信回路2及び受信回路3と電気的に接続されている。探触子1は、周知のように、超音波の発生源となり、かつ反射エコーを受波する振動子を短冊状に多数配列して形成されている。各振動子は、一般に、入力されるパルス波又は連続波の超音波信号を超音波に変換して発射する機能と、被検体100の内部から発射する反射エコーを電気信号である反射エコー信号に変換して出力する機能を有している。

#### 【 0 0 3 2 】

送信回路2は、送信回路2と受信回路3は、超音波送受信制御回路4によって協調制御されるようになっている。超音波送受信制御回路4は、超音波を送信及び受信するタイミングを制御するものであり、制御インターフェイス部19から入力される指令にしたがって、目的とする超音波検査に適した超音波送波ビームを探触子1から被検体100に打ち込むように送信回路2を制御するとともに、探触子1から所望の超音波受波ビームを受波するように受信回路3を制御するようになっている。本実施形態の超音波送受信制御回路4は、Bモード断層画像の計測に適した超音波送波ビーム及び超音波受波ビームを形成するように、超音波送波ビームを断層面に沿って走査するように送信回路2と受信回路3を制御する。

10

#### 【 0 0 3 3 】

受信回路3は、探触子1で受信した反射エコー信号を所定のゲインで増幅する。増幅された各振動子の数に対応した数の反射エコー信号が加算回路5に入力される。加算回路5は、受信回路3で増幅された複数の反射エコー信号の位相を合わせて加算して、断層面に対応したRF信号フレームデータを生成する。

20

#### 【 0 0 3 4 】

信号処理部6は、加算回路5から出力されるRF信号フレームデータを入力して、ゲイン補正、ログ補正、検波、輪郭強調、フィルタ処理等の各種信号処理を行なって画像データを生成する。白黒スキャンコンバータ7は、信号処理部6から出力される画像データを超音波周期で取得し、この超音波像を表示するためテレビジョン方式の周期で読み出すための断層走査手段及びシステムの制御を行うための手段、例えば、信号処理部6からの画像データをデジタル信号に変換するA/D変換器と、このA/D変換器でデジタル化された画像データを時系列に記憶する複数枚のフレームメモリと、これらの動作を制御するコントローラなどを含んで構成される。白黒スキャンコンバータ7によって生成された時系列の例えばBモード像の画像データは、切替加算器8を介して画像表示器9に出力される。画像表示器9は、白黒スキャンコンバータ7から出力される画像データをアナログ信号に変換するD/A変換器と、このD/A変換器から出力されるアナログビデオ信号を画像として表示するカラーテレビモニタとからなる。

30

#### 【 0 0 3 5 】

次に、本実施形態の弾性画像を生成して画像表示器9に表示させる処理について説明する。一般に、弾性画像を生成するために、探触子1により被検体100を圧迫し、診断部位の生体組織に圧力(応力)を加え、その応力によって生体組織が変形することを利用している。つまり、生体組織は同一の応力が作用しても、生体組織の硬さ又は軟らかさである弾性に応じて変形の度合が異なる。そこで、探触子1で超音波送受信を行なうとともに、探触子1により被検体100を異なる圧力で圧迫したときの一対のBモード像に対応するRF信号フレームデータを用いて、組織の変形の度合を求めて、正常部位や病変部位を識別できる弾性画像を生成するようにしている。

40

#### 【 0 0 3 6 】

本実施形態では、加算回路5で生成されたRF信号フレームデータは、RF信号フレームデータ選択部10に入力されている。RF信号フレームデータ選択部10は、加算回路5から順次出力されるRF信号フレームデータをフレームメモリ内に順次蓄積する。そして、図示していない制御部からの指令に従って、例えば最新のRF信号フレームデータと、時間的に過去のRF信号フレームデータの中から1つのRF信号フレームデータを選択して、変位演算部11に取得時刻が異なる一対のRF信号フレームデータを出力するようになっている。なお、RF

50

信号は符号復調したI, Q信号の形式になった信号であってもよい。

**【0037】**

変位演算部11は、RF信号フレームデータ選択部10から出力される一対のRF信号フレームデータについて1次元又は2次元の相関処理を実行し、RF信号フレームデータの超音波ビームのスキャン方向及び深度方向にそれぞれ設定された複数の計測点i, jについて、変位(又は変位ベクトル)を演算する。演算された複数の計測点の変位データは、変位フレームデータとして弾性演算部12に出力される。なお、変位演算の方法としては、相関処理の他に、例えば、特許文献1に記載されたように、周知のブロック・マッチング法やグラジエント法を用いることができる。ブロック・マッチング法は、注目している計測点の画素を中心として複数画素からなる注目ブロックを設定し、その注目ブロックの画像情報が近似しているブロックを変位前のフレームに対して移動しながら探索し、最も近似しているブロックの位置から現在位置に変位したものとする方法である。10

**【0038】**

弾性演算部12は、入力される変位フレームデータを用い、周知のように、各計測点の変位を空間微分して各計測点の歪みを演算する。演算により得られた各計測点の歪みにより歪みフレームデータを生成する。さらに、弾性演算部12は、演算により求めた各計測点の歪みに基づいて、後述する圧迫状態評価部30から与えられる各計測点i, jに作用している絶対圧力(応力)に基づいて、周知の方法により、各計測点の弾性率(例えば、ヤング率)を演算する。演算により得られた各計測点の弾性率により弾性率フレームデータを生成して、弾性データ処理部13に出力する。弾性データ処理部13は、弾性演算部12で生成された歪み又は弾性率の弾性フレームデータに対し、フレーム内におけるスムージング処理、コントラスト最適化処理、あるいはフレーム間における時間軸方向のスムージング処理などの様々な画像処理を行ない、カラースキャンコンバータ14に出力する。20

**【0039】**

カラースキャンコンバータ14は、弾性データ処理部13から出力された弾性フレームデータに基づいて、各計測点に対応する画素に赤、緑、青などの色相情報を付与して弾性画像データを生成する。例えば、弾性データ処理部13から出力される歪みフレームデータにおいて、歪みが大きく計測された画素については、弾性画像データ内でその画素を赤色コードに変換し、逆に歪みが小さく計測された画素については、弾性画像データ内でその画素を青色コードに変換する。弾性率フレームデータの場合も同様に各画素に色相情報を付与して弾性画像データを生成する。なお、カラースキャンコンバータ14に代えて、白黒スキャンコンバータを使用して、歪みの大きさ等に対応して輝度階層を付与するようにすることもできる。30

**【0040】**

カラースキャンコンバータ14で生成された弾性画像データは、切替加算部8に出力される。切替加算部8は、白黒スキャンコンバータ7から出力される白黒の断層画像データと、カラースキャンコンバータ14から出力されるカラーの弾性画像データとを入力し、入力指令に応じて、両画像を加算又は切り替えて画像表示器9に出力する。具体的には、白黒の断層画像データだけ、カラーの弾性画像データだけ、又は両画像を並べて、画像表示器9に切替表示させることができる。また、両画像データを加算合成して、つまり半透明の重ね合わせ画像を生成して、画像表示器9に出力表示させるなど、入力指令に応じて出力画像を切り替えることができるようになっている。40

**【0041】**

また、切替加算部8から出力される画像データは、シネメモリ部15に記憶させることができるようにになっている。シネメモリ部15に記憶された画像データは指令に応じて画像表示器9に表示されるようになっている。

**【0042】**

次に、本実施形態の特徴部である弾性カプラ20と、圧迫状態評価部30の詳細構成を説明する。

[ 弾性カプラ20 ]

10

20

30

40

50

図2に、弾性カプラ20の一実施例を示す。弾性カプラ20は、図2(A)に示す斜視図のように、ゲル状物質により形成された板状体の一方の面の周囲に鍔部20aを有して形成されている。弾性カプラを形成するゲル状物質の素材は、特許文献1に記載されているように、音響結合材料や音響レンズ素材などのように、超音波減衰が小さく、かつ、音速及び音響インピーダンスが生体に近く、生体との音響結合特性に優れたものが好ましい。また、同時に、保形性、柔軟性、適度な弹性、形状復元性に優れた素材を用いることが好ましい。特に、探触子1の超音波送受信面1aに弾性カプラ20を装着した場合、超音波送受信面1aとの接触面、及び生体面のように凹凸のある部分に接触させて隙間を生じない材料が好ましい。すなわち、超音波送受信面1a及び生体面との間に隙間が生じると、探触子1から照射された超音波がその隙間の空気の境界で反射されて、超音波像のノイズとなる。例えば、ゼラチン、寒天、オイルゲル、アクリルアミド、ポリビニルアルコール等の水性高分子と水とからなる水性ゲル(ハイドロゲル)、ポリウレタン、ゴムと油状成分とを含む組成物を架橋成形したオイルゲル、生ゴムに可塑剤として低分子量のゴムを配合したものと組成物を成形架橋したゴムを用いることができる。

#### 【0043】

このように形成された弾性カプラ20を、図2(B)に示す装着具21に、同図(C)に示すように組み付けて、同図(D)に示すように、探触子1の超音波送受信面1aに装着して用いる。すなわち、装着具21は、樹脂等によりカップ状に形成された角錐台状の頭部22と、頭部22の底部の対向する側縁に形成された一対の係止爪23と、残りの対向する側縁に一対の把持片24を有している。頭部22の頂面には、弾性カプラ20が挿入される開口25が形成されている。そして、装着具21の底部側から弾性カプラ20を開口25に挿入し、弾性カプラ20の鍔部20aをカップ状の頭部22の内側に押し曲げて組み付ける。弾性カプラ20が組み付けられた装着具21を、同図(D)に示すように、弾性カプラ20の下面と超音波送受信面1aとの接触面に隙間がないように、ゼリーなどを介在させて探触子1の超音波送受信面1aに装着する。このとき、探触子1の側面に設けられた係止部1bに装着具21の係止爪23が引っ掛けられて、しっかりと固定される。

#### 【0044】

このようにして弾性カプラ20が装着された探触子1の把持部1cを把持して、弾性カプラ20の露出面を被検体100の体表に押し当てて、超音波検査を行なう。

#### 【0045】

[圧迫状態評価部]

圧迫状態評価部30は、図3に示すように、RF信号フレームデータ選択部10から出力されるRF信号フレームデータのRF信号の強度変化に基づいて弾性カプラ20が装着されたか否かを検出するカプラ装着検出部31と、弾性カプラ20の装着検出信号に基づいて起動されてRF信号フレームデータに基づいて被検体100に加えられる絶対圧力を評価する圧迫状態演算部33と、カプラデータベース33aを備えて構成されている。圧迫状態演算部33には、制御インターフェイス部19から、操作者により探触子1に装着した弾性カプラ20の種類を表す識別符号(ID)が入力されるようになっている。また、カプラデータベース33aには、弾性カプラ20の1又は複数の識別符号と、各識別符号に対応させて弾性特性及び音速が予め入力設定されている。

#### 【0046】

圧迫状態演算部33は、図4に示すように、初期化処理部34と、加圧状態検出部35と、カプラ圧迫評価部36と、圧力変換部37と、カプラデータベース33aと、圧迫状態画像構築部38を備えて構成されている。

#### 【0047】

初期化処理部34は、RF信号フレームデータのRF信号の強度変化に基づいて、弾性カプラ20が無加圧の初期状態にあることを検出し、弾性カプラ20が初期状態におけるRF信号に基づいて弾性カプラ20の初期厚みを求めるようになっている。

#### 【0048】

加圧状態検出部35は、弾性カプラ20が加圧状態、すなわち探触子1を被検体に体表に押

10

20

30

40

50

し当て超音波検査を実行している状態にあることを自動的に検出するようになっている。なお、超音波検査の実行を制御インターフェイス部19から入力するようにしてもよい。

#### 【0049】

カプラ圧迫評価部36は、弾性カプラ20の加圧状態における厚み検出値を求め、初期状態の初期厚みに対する厚み変化を演算するようになっている。この場合の厚み変化は、初期状態からの弾性カプラ20の接触面の全歪み量(合計歪み量)に相当する。

#### 【0050】

圧力変換部37は、カプラ圧迫評価部36で演算された弾性カプラ20の厚み変化と、制御インターフェイス部19から予め入力設定された弾性カプラ20のIDに対応する弾性特性を、カプラデータベース33aから読み出して、被検体100に加えられる絶対圧力を変換するようになっている。なお、カプラ圧迫評価部36で全歪み量を求めた場合は、圧力変換部37で全歪み量に基づいて絶対圧力を変換するようになっている。なお、カプラ圧迫評価部36と圧力変換部37は、一体で構成するようにしてもよい。

10

#### 【0051】

圧迫状態画像構築部38は、圧力変換部37から出力される絶対圧力を画像表示器9に表示させるために、圧迫状態画像を構築するようになっている。圧迫状態画像は、例えば、絶対圧力の数値、経時変化のグラフ、バーチャートなどの少なくとも一つであり、カラースキャンコンバータ14によってカラー画像データに変換されるようになっている。これにより、切替加算部8により画像表示部9に表示される断層画像又は弾性画像等の超音波像に並べて又は一部に重ねて表示させることができる。

20

#### 【0052】

以下、図3、図4及び図5に示したフローチャートに沿って、本実施形態の圧迫状態評価部30における圧迫状態評価処理を詳細に説明する。

#### 【0053】

##### [S1：超音波診断装置の起動]

超音波診断装置を手動により起動する。検査モードは、例えば、Bモード断層画像による検査とする。

#### 【0054】

##### [S2：カプラ装着検出]

手操作で図2(D)のように探触子1の超音波送受信面1aに弾性カプラ20を装着する。カプラ装着検出部31は、弾性カプラ20の装着を自動で検出する。

30

#### 【0055】

##### (カプラ装着検出の実施例1)

弾性カプラ20が超音波送受信面1aに装着されているか否かの検出原理を、図6を参照して説明する。探触子1に弾性カプラ20を装着しない状態で、空中に保持してBモード検査用の超音波ビームを送波すると、図6(A)に示したBモード像のように、超音波送受信面に近い深度領域に音響レンズ(1mm程度厚)に由来する周期的な多重エコー41を含むRF信号が受信される。これに対し、弾性カプラ20(例えば、5~10mm程度厚)が装着されると、図6(B)に示したBモード像のように、多重エコー41が消失して、弾性カプラ20に由来する周期的な多重エコー42を含むRF信号が受信される。この多重エコーは、音響レンズの露出面と空気との境界、又は弾性カプラ20に露出面と空気との境界において音響インピーダンスが急激に変化することに起因して発生する。

40

#### 【0056】

そこで、カプラ装着検出部31は、RF信号フレームデータ選択部10から出力されるRF信号を取り込み、取り込んだRF信号の強度が予め定められた閾値を越える周期Tを検出し、検出周期が音響レンズの厚みに対応した周期Trか、弾性カプラ20の厚みに対応した周期Tcかを判別して、弾性カプラ20が装着されたことを検出する。周期TrとTcは大きく異なることから、容易に判別できる。

#### 【0057】

上述では、探触子1の振動子の配列方向(長軸方向)の任意の1点について説明したが、長

50

軸方向である超音波ビームのスキャン方向の座標 $i$ ( $i = 0 \sim n$ )、及び深度方向の座標 $j$ ( $j = 0 \sim m$ )の領域における計測点 $ij$ について、同一の深度座標 $j$ の計測点のRF信号(又は輝度)の強度 $Q_{ij}$ の平均値 $Q * ij (= Q_{ij} / (n + 1))$ を求める。そして、 $Q * ij$ が予め設定された閾値 $Q_{th res}$ より大きくなる座標 $J = j$ を全て求め、 $J$ の座標周期 $T$ を算出し、その周期 $T$ の大きさにより、弾性カプラ20の装着を検出する。例えば、弾性カプラ20内の音速を $C$ とすると、弾性カプラ20の初期厚み $D(0)$ は、 $D(0) = T \cdot C / 2$ で算出できる。

#### 【0058】

また、カプラ装着検出部31は、RF信号フレームデータ選択部10から出力されるRF信号に代えて、信号処理部6から出力されるBモード像の輝度データ又は信号強度を取り込み、取り込んだBモード像の輝度又は信号強度が予め定められた閾値を越える周期 $T$ を検出し、検出周期が $T_r$ か $T_c$ かを判別して、弾性カプラ20が装着されたことを検出することができる。10

#### 【0059】

##### (カプラ装着検出の実施例2)

弾性カプラ20の板状体の内部に、超音波を散乱させる散乱体の層を形成し、RF信号又はこれに基づいて生成される超音波像の輝度データを取り込み、取り込んだRF信号の強度分布又は超音波像の輝度分布に基づいて、超音波散乱体が検出されれば、弾性カプラ20が装着されたことを検出することができる。散乱体としては、弾性カプラ20の素材と音響インピーダンスが異なるグラファイト粉末やポリエチレン粉末等の材料を用いることができる。。

#### 【0060】

例えば、弾性カプラ20の初期厚み $D(0)$ が5~10mmの場合、RF信号の0~10mmに相当する時間内(カプラエコー領域)のRF信号に超音波散乱体のエコー信号が含まれるか否かにより、弾性カプラ20の装着を検出することができる。20

#### 【0061】

本実施例2によれば、カプラ装着検出の実施例1よりも、簡単な信号処理により弾性カプラ20の装着を検出することができる。

#### 【0062】

また、本実施例2では、散乱体の層を1又は複数形成する例を示したが、散乱体を弾性カプラ20の全体に分散混入してもよい。これにより、カプラエコー領域のRF信号の強度が増し、検出精度を向上できる。30

#### 【0063】

##### (カプラ装着検出の実施例3)

カプラ装着検出の実施例1、2は、RF信号に基づいて弾性カプラ20の装着を検出したが、本発明はこれに限らず、図7(A)に示すように、探触子1の係止部1bに進退するスイッチ等からなる装着センサ1dを設け、同図(B)のように弾性カプラ20を装着したときに、装着具21の係止爪23を装着センサ1dで検出し、その装着検出信号をカプラ装着検出部31に入力させるようにすることができる。これにより、カプラ装着検出部31は、弾性カプラ20が装着されたことを簡単に検出することができる。

#### 【0064】

##### [S3：弾性カプラの識別]

一般に、超音波の検査項目に応じて圧迫力が異なることがある。これに対応するため、厚み及び弾性特性が異なる複数種類の弾性カプラ20を用意しておき、検査項目に応じて交換して使用するのが、絶対圧力を精度よく検出できるので好ましい。40

#### 【0065】

ところで、本発明の絶対圧力の検出原理は、加えられる圧迫力(絶対圧力)に相関して弾性カプラ20の厚みが変化すること、その相関は弾性カプラ20の弾性特性に依存することに基づいている。そこで、絶対圧力を求めるには、少なくとも弾性率等の弾性カプラ20の弾性特性を予め計測して設定しておく必要がある。

#### 【0066】

そこで、本実施形態では、操作者が探触子1に装着した弾性カプラ20のIDを、制御イン

50

ターフェイス部19から圧迫状態演算部33に入力することにより、弾性カプラの種類を識別するようになっている。

#### 【0067】

##### [S4：圧迫状態演算部の起動]

圧迫状態演算部33は、カプラ装着検出部31において弾性カプラ20の装着が検出されると起動される。あるいは、操作者が制御インターフェイス部19から弾性カプラ20を装着したことを入力することにより起動されるようにすることができる。

#### 【0068】

##### [S5：初期状態の生成]

弾性カプラ20の初期厚みD(0)は予め計測できるが、弾性カプラ20の素材であるゲル状物質の液体成分が蒸発する等の経時変化により初期厚みD(0)が変化することが考えられる。そこで、精度よく絶対圧力を検出するためには、超音波検査の都度、初期状態の初期厚みD(0)を自動計測することが望ましい。10

#### 【0069】

本実施形態では、弾性カプラ20の露出面を空中に保持した無加圧の初期状態で初期厚みD(0)を自動計測するために、初期化処理部34において、操作者が探触子1を把持して空中に保持した初期状態を、前述したように、多重エコーに基づいて自動認識するようにしている。

#### 【0070】

なお、初期状態を自動認識することに代えて、操作者が探触子1を把持して空中に保持した状態で、制御インターフェイス部19から手動操作により初期化処理部34に、初期厚みD(0)の自動計測を指令することができる。20

#### 【0071】

##### [S6：初期化処理]

初期化処理部34は、操作者が探触子1を把持して空中に保持している初期状態を自動認識し、弾性カプラ20の初期状態における初期厚みD(0)を自動計測する。以下に、具体的な実施例を説明する。

#### 【0072】

##### (初期状態の自動認識の実施例)

操作者が探触子1を把持して空中に保持している初期状態は、S2のカプラ装着検出の実施例1において説明したように、RF信号フレームデータ選択部10から出力されるRF信号を取り込み、取り込んだRF信号の強度が予め定められた閾値を越える周期Tを検出し、検出周期が弾性カプラ20の厚みに対応した周期Tcであることを検出することにより、弾性カプラ20が初期状態にあることを自動認識できる。30

#### 【0073】

##### (初期厚みD(0)を求める実施例)

次に、弾性カプラ20の初期状態における弾性カプラ20の初期厚みD(0)を求める実施例について説明する。初期化処理部34は、圧迫を付与しない初期状態で超音波を送信してRF信号フレームデータ選択部10から現在のRF信号を取り込み、弾性カプラ20が初期状態にあることを認識した後、弾性カプラ20の露出面の位置を求める。40

#### 【0074】

すなわち、送信回路2から探触子1に超音波を送波してから、RF信号の強度が大きく変化する時間ti(0)を求める。ここで、iは前述したように弾性カプラ20の超音波ビームのスキャン方向の座標位置である。

#### 【0075】

ところで、ti(0)は弾性カプラ20の露出面から反射する超音波の往復の時間である。したがって、ti(0)に音速Cを乗じて2で割ると、スキャン方向の1次元分布である厚み分布初期値Di(0)を求めることができる。また、RF信号の強度が大きく変化する周期(閾値以上の周期)Tを求め、Tに音速を乗じて2で割ってもDi(0)を求めることができる。さらに、RF信号に基づいて生成されるBモード断層像の輝度が大きく変化するti(0)又は周期(閾値以上50

の周期)Tを求めて、同様に弾性カプラ20の厚み分布初期値 $D_i(0)$ を求めることができる。

【0076】

なお、弾性カプラ20の初期厚み分布 $D_i(0)$ は、スキャン方向に直交する方向の分布を加えた初期厚み分布の2次元分布を求めることができる。

【0077】

[S7：カプラ変形(歪み)計測]

S7における処理は、図4の加圧状態検出部35とカプラ圧迫評価部36における処理である。まず、加圧状態検出部35は、S2のカプラ装着検出の実施例1において説明したように、RF信号の強度が予め定められた閾値を越えて周期的に変化する弾性カプラ20に起因する多重エコーが消失していることにより、弾性カプラ20が加圧状態にあることを検出する。

10

【0078】

カプラ圧迫評価部36は、弾性カプラ20の加圧状態における任意の時刻tのRF信号に基づいて弾性カプラ20と被検体100との境界を検出して、弾性カプラ20の加圧状態におけるスキャン方向の厚み分布 $D_i(t)$ を求める。つまり、操作者が弾性カプラ20を介して被検体100に探触子1を押し付けて圧迫を加え、その加圧状態で超音波を送信してから、RF信号 $Q_i(t)$ の強度が大きく変化するまでの時間 $t_{i(t)}$ と音速Cに基づいて、スキャン方向の厚み分布 $D_i(t)$ を求める。

【0079】

次いで、次式(1)により厚み変化分布 $D_i(t)$ を求め、次式(2)により、深度方向の全歪み量Sについて、超音波ビームに直交するスキャン方向(以下、単にスキャン方向という。)の全歪み量分布 $S_i(t)$ を求める。

20

【0080】

$$D_i(t) = D_i(0) - D_i(t) \quad (1)$$

$$S_i(t) = D_i(t)/D_i(0) \quad (2)$$

[S8：絶対圧力の換算処理]

圧力変換部37は、カプラ圧迫評価部36の実施例1で求めた全歪み量分布 $S_i(t)$ に基づき、制御インターフェイス部19から入力設定され、圧力変換部37に記憶されている弾性カプラ20の弾性特性(例えば、ヤング率などの弾性率E)を用いて、被検体100の生体組織に加えられている絶対圧力分布 $P_i(t)$ を次式(3)により換算する。

30

【0081】

$$P_i(t) = S_i(t) \times E \quad (3)$$

換算により得られた現在の絶対圧力分布 $P_i(t)$ は、図1の弾性演算部12に出力される。これにより、弾性演算部12は、前述したように、周知の演算処理により、生体組織の各計測点i, jについて得られた歪み $i_{ij}(t)$ に基づいて、各計測点i, jの弾性率(例えば、ヤング率) $E_{ij}(t)$ を、次式(4)により求めて、弾性データ処理部13に出力する。

【0082】

$$E_{ij}(t) = P_i(t) / i_{ij}(t) \quad (4)$$

[S9：圧迫状態の表示処理]

圧迫状態画像構築部38は、S8の絶対圧力の換算処理で求めた絶対圧力分布 $P_i(t)$ を、画像化して画像表示器9に表示させることにより、操作者は超音波検査を実行しながら同一の画面で検査項目に応じた適切な圧迫状態か否かを即座に判断できる。

40

【0083】

すなわち、圧迫状態画像構築部38は、絶対圧力分布 $P_i(t)$ を、数値表示、経時変化のグラフ表示、バーチャート表示などの少なくとも一つの画像を構築して、画像表示器9に表示される超音波像に並べて又は一部に重ねて表示させる。

【0084】

図8に、圧迫状態画像を弾性画像に重ねて又は並べて表示した一例を示す。図において、画面中央に弾性画像110が表示され、矩形の関心領域(ROI)の近くに弾性率E(kPa)と絶対圧力(kPa)が数値で表示窓111に表示されている。また、現時刻の絶対圧力が絶対圧力分布 $P_i$ の平均値などのバーチャート112が表示されている。

50

**【 0 0 8 5 】**

さらに、画面の上部にスキャン方向の絶対圧力分布Piのグラフ113が、下部に絶対圧力分布Piの平均値の経時変化のグラフ114が表示されている。さらに、画面の右端に、弾性率Eのカラーバー115が表示されている。

**【 0 0 8 6 】**

したがって、操作者は、図8の画像を観察することにより、ROIの生体組織について適切な絶対圧力の下における弾性を評価して、診断を行うことができる。特に、絶対圧力分布Piの平均値などのバーチャート112を見て、圧迫力が適正か否かを即座に判断することができる。

**【 0 0 8 7 】**

図9に、圧迫状態画像を弾性画像に重ねて又は並べて表示した他の例を示す。図において、画面中央に弾性画像110が表示され、矩形の関心領域(ROI)の近くに弾性率E(kPa)と絶対圧力 (kPa)がバーチャート116, 117で表示されている。また、初期状態からの弾性カプラの厚み変化 Di(t)のスキャン方向の平均値などを表すバーチャート118が表示されている。さらに、画面の上部に弾性カプラと被検体との境界が複数の点119により表示されている。

**【 0 0 8 8 】**

また、圧迫状態評価部の評価に基づいて、例えば、ROIを示す境界線の表示色を変化させたり、又は点滅させることにより、圧迫状態の適否を容易に識別することができる。

**【 0 0 8 9 】**

以上述べたように、本実施形態によれば、図5に示したように、弾性カプラ20の装着検出から初期化処理、絶対圧力の演算、診断計測までの一連の処理を自動で行うことができる。

**【 0 0 9 0 】**

その結果、探触子によって被検体に加えられる絶対圧力の検出に係る操作を簡単化して使い勝手を向上させることができる。

**【 0 0 9 1 】**

また、絶対圧力をリアルタイムで検出できるから、種々の検査法に適した圧迫状態をモニタリングして、各検査法に適した圧迫状態か否かを評価することができ、経験の程度にかかわらず適切な圧迫状態の検査を支援することができる。その結果、客観性を担保して誤診を防ぐことができる。

**【 0 0 9 2 】**

また、弾性カプラの素材はゲル状物質であるから、液体分の蒸発により経時に厚み等が薄くなつて特性が変性するので、実施形態1に加えて、弾性カプラの初期化処理の都度、弾性カプラの初期厚みを計測して、その初期厚みと基準値を比較して、設定範囲以上の差があれば、使用期限が経過しているなどの警告を出すようにすることが望ましい。

**【 0 0 9 3 】**

また、初期化処理等において求めた弾性カプラの厚みを送信回路2及び受信回路3にフィードバックして、フォーカス深さを自動調整するようにすることができ、これによれば弾性カプラ装着に合わせて、又は弾性カプラの厚みが変化しても、超音波像の解像度を保持することができる。さらに、ROIの深度を弾性カプラ装着に合わせて深く再設定することが好ましい。

**【 0 0 9 4 】**

さらに、初期化処理等において求めた弾性カプラの厚みに応じて、表示される弾性カプラの画像をカットすることにより、その分だけ、深部の生体組織の画像を表示することができる。

**【 0 0 9 5 】****(実施形態2)**

図10に、本発明の他の実施形態の超音波診断装置の機能プロック構成図を示す。同図に示すように、本実施形態が図1の実施形態1と相違する点は、圧迫状態評価部50の構成にあ

10

20

30

40

50

り、その他の構成は実施形態1と同一であることから、同一の符号を付して説明を省略する。また、本実施形態の圧迫状態評価部50の詳細な機能ブロック構成図を図11と図12に示す。

#### 【0096】

本実施形態の圧迫状態評価部50は、図11と図12に示すように、実施形態1に対して、力プラ装着検出部31と、加圧状態検出部35を備えていない点が相違する。

#### 【0097】

本実施形態の圧迫状態評価部50は、図11に示すように、カプラID識別部51と、圧迫状態演算部52と、カプラデータベース53を備えて構成される。

#### 【0098】

また、本実施形態に適用する弾性カプラは、図2(A)、(B)に示したものと同一の形状であるが、弾性カプラ20の種類に応じて、例えば、超音波散乱体の層の深さ、あるいは層数を異ならせることにより、弾性カプラ20に固有の識別符号(ID)を付与したものを用いる。また、散乱体を弾性カプラ20の全体に分散混入し、散乱体の分散濃度を異ならせることによりID符号化してもよい。さらに、関心領域(ROI)から外れた弾性カプラ20のスキャン方向の両端の領域部に、スキャン方向に散乱体をコード化して分散させた符合領域を形成し、弾性カプラ20の種類に応じたID符号を付与することもできる。

10

#### 【0099】

これにより、カプラID識別部51は、カプラエコー領域内のRF信号等の深度分布パターンを検出することにより、弾性カプラ20のIDを自動で認識し、弾性カプラ20の種類を識別できる。さらに、関心領域(ROI)から外れた弾性カプラ20のスキャン方向の両端の領域部に、スキャン方向に散乱体をコード化して分散させた符合領域を形成し、弾性カプラ20の種類に応じたID符号を付与することもできる。このような弾性カプラの種類を表す散乱体の識別符号を利用することにより、上述したカプラ装着検出を合わせて実現できる。

20

#### 【0100】

カプラID識別部51は、通常の検査におけるRF信号フレームデータをRF信号フレームデータ選択部10から取り込み、カプラエコー領域内のRF信号等の深度分布によるID符号、あるいは符号領域のID符号を検出して、弾性カプラ20の種類を自動で認識する。カプラID識別部51で識別した弾性カプラ20のID符号は、圧迫状態演算部52に出力される。

30

#### 【0101】

圧迫状態演算部52は、図12に示すように、初期化処理部34と、カプラ圧迫評価部54と、圧力変換部55と、圧迫状態画像構築部38を備えて構成される。初期化処理部34と圧迫状態画像構築部38は、実施形態1と一緒に構成されている。

#### 【0102】

以下、図13に示したフローチャートに沿って、本実施形態の圧迫状態評価部50における圧迫状態評価処理を詳細に説明する。

#### 【0103】

##### [S11：超音波診断装置の起動]

超音波診断装置を手動により起動する。検査モードは、例えば、Bモード断層画像による検査とする。

40

#### 【0104】

##### [S12：カプラID識別]

一般に、超音波の検査項目に応じて圧迫力が異なるため、厚み及び弾性特性が異なる複数種類の弾性カプラ20を検査項目に応じて交換して使用することが好ましい。本実施形態では、弾性カプラ20にID符号領域を形成して種類を識別可能にしている。

#### 【0105】

本実施形態のカプラID識別部51は、通常の検査におけるRF信号フレームデータをRF信号フレームデータ選択部12から取り込み、カプラエコー領域内のRF信号等の深度分布によるID符号、あるいは符号領域のID符号を検出して、弾性カプラ20の種類を自動で認識し、圧迫状態演算部52に弾性カプラ20のID符号を出力する。

50

**【 0 1 0 6 】**

[ S13 : 圧迫状態演算部の起動 ]

圧迫状態演算部52は、カプラID識別部51において自動識別された弾性カプラ20のIDが入力されると起動される。

**【 0 1 0 7 】**

[ S14 : 初期化処理の実行 ]

初期化処理部34は、実施形態1と同様に、操作者が探触子1を把持して空中に保持している初期状態を自動認識するとともに、弾性カプラ20の初期状態における初期厚み分布 $D_i(0)$ を自動計測する。

**【 0 1 0 8 】**

[ S15 : カプラ変形(歪み)計測 ]

(カプラ圧迫評価の実施例1)

カプラ圧迫評価部54は、実施形態1のカプラ圧迫評価部36と同様に、弾性カプラ20の加圧状態における任意の時刻tのRF信号に基づいて弾性カプラ20と被検体100との境界を検出して、弾性カプラ20の加圧状態におけるスキャン方向の厚み分布 $D_i(t)$ を求める。つまり、操作者が弾性カプラ20を介して被検体100に探触子1を押し付けて圧迫を加え、その加圧状態で超音波を送信してから、RF信号 $Q_i(t)$ の強度が大きく変化するまでの時間 $t_{i(t)}$ と音速Cに基づいて、スキャン方向の厚み分布 $D_i(t)$ を求める。

**【 0 1 0 9 】**

そして、前記式(1)により厚み変化分布  $D_i(t)$ を求め、前記式(2)により、深度方向の全歪み量 $S_i$ について、超音波ビームに直交するスキャン方向の全歪み量分布 $S_i(t)$ を求める。

**【 0 1 1 0 】**

(カプラ圧迫評価の実施例2)

カプラ圧迫評価部54は、RF信号フレームデータ選択部10から出力される初期状態におけるカプラエコー領域のRF信号フレームデータ $Q_{ij}(0)$ と、加圧状態における任意の時刻tにおいてRF信号フレームデータ選択部10から出力されるRF信号フレームデータ $Q_{ij}(t)$ に基づいて、各計測時点における弾性カプラ内部の計測点の変位を求めて全歪み量 $S_{ij}(t)$ を求めることができる。ここで、前述したように、iは弾性カプラ20のスキャン方向の座標、jは弾性カプラ20の厚み方向(深度方向)の座標である。

**【 0 1 1 1 】**

すなわち、RF信号フレームデータは、図14に示すように、加圧状態においてリアルタイムで変化するカプラエコー領域のRF信号 $Q_{ij}(t)$ を取り込み、初期状態における $Q_{ij}(0)$ と、任意の時刻tにおける $Q_{ij}(t)$ に基づいて周知の変位演算方法によって、各計測点i, jの変位を求めて変位フレームデータを生成する。そして、変位フレームデータを空間微分して各計測点i, jの全歪み量 $S_{ij}(t)$ からなる歪みフレームデータを求める。

**【 0 1 1 2 】**

次いで、歪みフレームデータの全歪み量 $S_{ij}(t)$ に基づいて、同一のスキャン方向の座標iごとに、カプラエコー領域の深度jにわたって全歪み量 $S_{ij}(t)$ の平均値 $S_i^*(t)$ を求め、その平均値 $S_i^*(t)$ を超音波スキャン方向の座標位置iにおける全歪み量 $S_i(t)$ として評価する。そして、評価した全歪み量 $S_i(t)$ を用いて、圧力変換部55において絶対圧力 $P_i(t)$ を求める。

**【 0 1 1 3 】**

本実施例によれば、図1の弾性演算部12における生体組織の歪み計算と同時に、絶対圧力 $P_i(t)$ を求める処理を実行できる。

**【 0 1 1 4 】**

本実施例の場合、弾性カプラ20に超音波の散乱体を分散して混入することにより、RF信号の強度を強くできるので、厚みあるいは歪みの演算精度が向上する。

**【 0 1 1 5 】**

(カプラ圧迫評価の実施例3)

10

20

30

40

50

カプラ圧迫評価の実施例3は、図15に示すように、初期状態から加圧状態における各計測時点について継続して、RF信号フレームデータ選択部10から取得時間が異なる一対のRF信号フレームデータを取得する。そして、一対のRF信号フレームデータを取得するたびに、弾性カプラ20の深度方向の全領域について、各計測点i, jの歪み変化  $S_{ij}(t-k), \dots, S_{ij}(t)$  を求める。そして、図15に示すように、時間的に隣り合う、例えば時刻(t-1)と時刻(t)の歪み変化  $S_{ij}(t-k), \dots, S_{ij}(t)$  を求める。さらに、時間的に連続する一対のRF信号フレームデータについて、その歪み変化  $S_{ij}(t-k), \dots, S_{ij}(t)$  を順次積算して、現時刻の歪み変化積算値  $S_{ij}^*(t)$  を求める。次いで、計測点i, jの  $S_{ij}^*(t)$  について、カプラエコー領域の座標jの方向について平均し、計測点iについての歪み変化積算値  $S_i^*(t)$  を求める。

10

なお、カプラ圧迫評価の実施例2、3は、実施形態1にも適用できることは、いうまでもない。

## 【0116】

## [S16：絶対圧力の換算処理]

圧力変換部55は、カプラID識別部51で識別された弾性カプラのIDに対応する弾性特性(例えば、ヤング率E)をカプラデータベース53から読み出し、カプラ圧迫評価部54から入力される平均値  $S_i^*(t)$  又は歪み変化積算値  $S_{ij}^*(t)$  を用いて、次式(5)、(6)により、絶対圧力分布  $P_i(t)$  を換算により求める。なお、圧力変換部55はカプラ圧迫評価部54と一緒に形成してもよい。

## 【0117】

20

$$P_i(t) = S_i^*(t) \times E \quad (5)$$

$$P_i(t) = S_{ij}^*(t) \times E \quad (6)$$

## [S17：圧迫状態の表示処理]

圧迫状態画像構築部38の処理は、実施形態1と同一である。

以上説明したように、本実施形態によれば、通常の弾性画像計測の検査の処理において、探触子1により被検体100の生体組織に加えられる絶対圧力をリアルタイムで精度よく計測できる。

## 【0118】

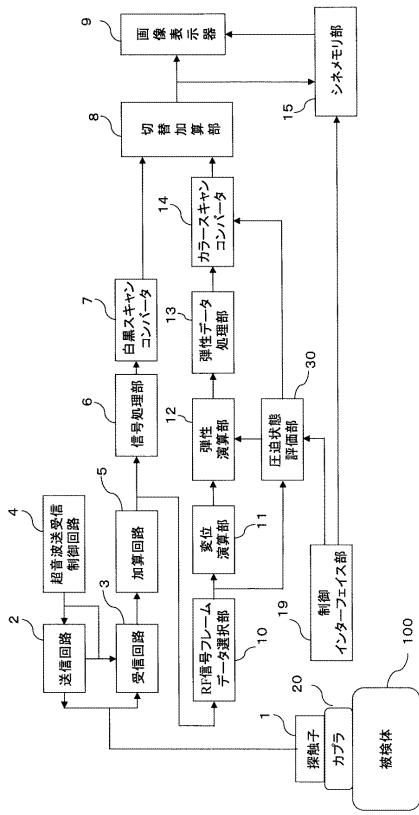
30

また、弾性カプラのID符号を弾性画像計測の処理の中で読み取ることができるから、種々の異なる弾性カプラを任意に交換しても、自動的に弾性カプラを識別して、弾性カプラの弾性特性に応じて絶対圧力を精度よく計測できるから、操作者の手間が省けて使い勝手をよくすることができる。

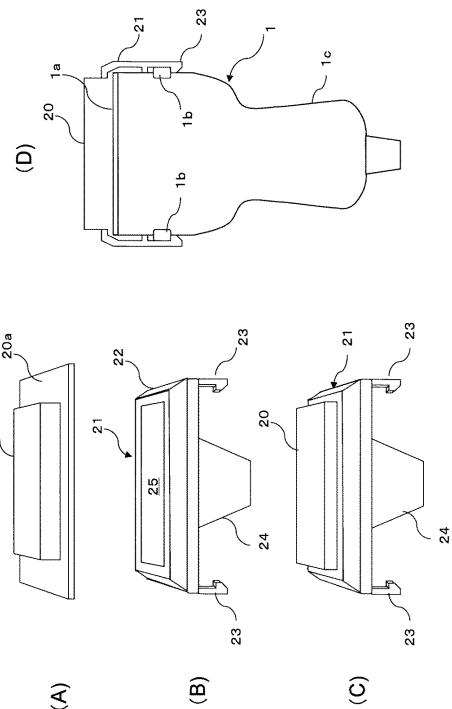
## 【0119】

また、実施形態1, 2では、弾性画像を生成表示する超音波診断装置を例に説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、被検体の生体組織の断層画像(Bモード像)による診断、ドプラ計測又はカラーフローモード(CFM)による血流診断等の検査を行う超音波診断装置に適用することができる。これにより、種々の検査に適した圧迫状態の評価を精度よく実現できる。

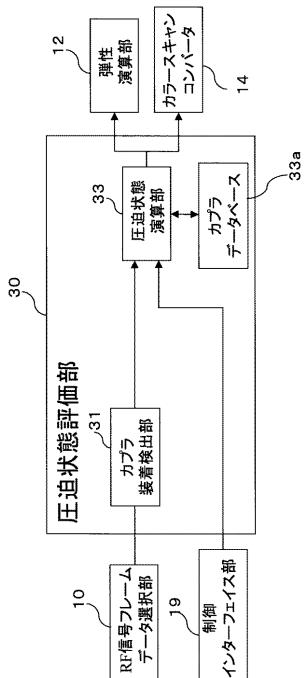
【図1】



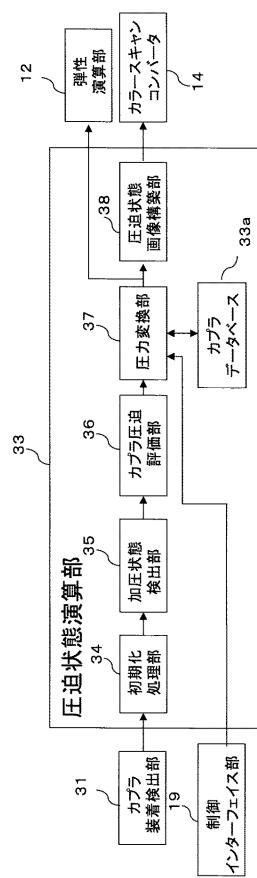
【図2】



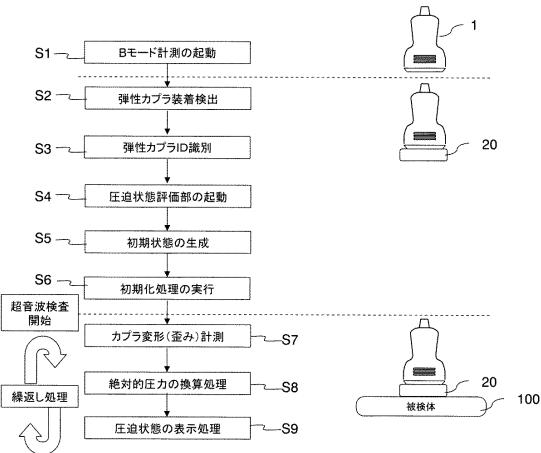
【図3】



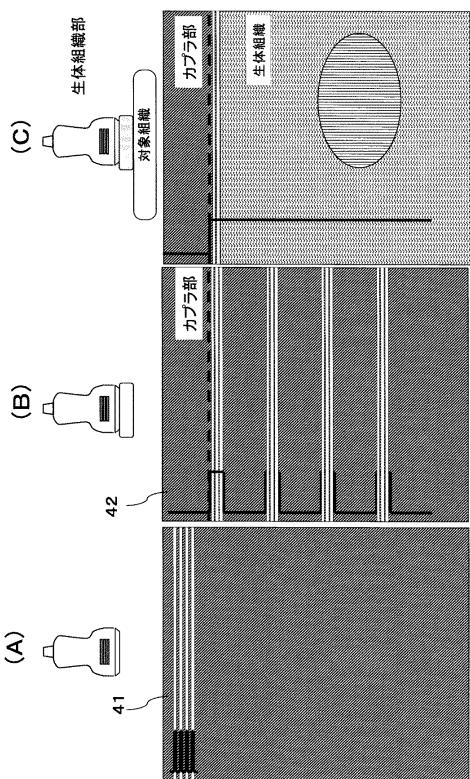
【図4】



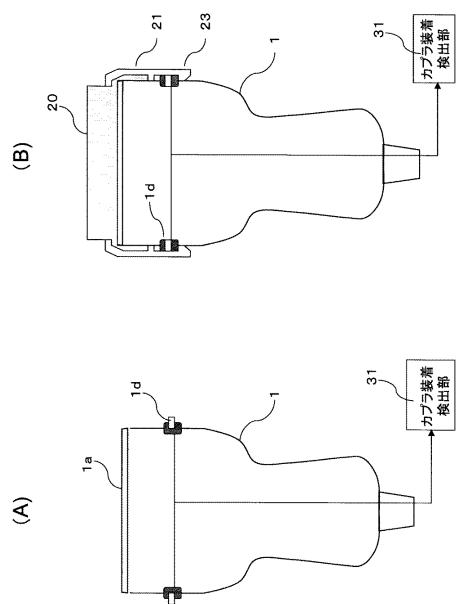
【図5】



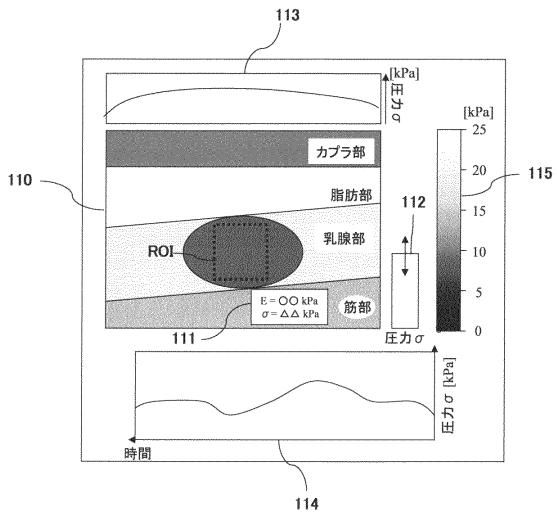
【図6】



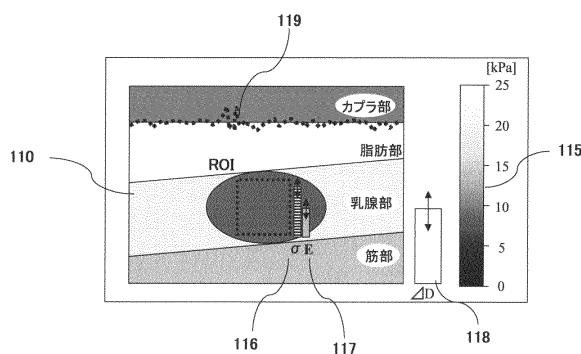
【図7】



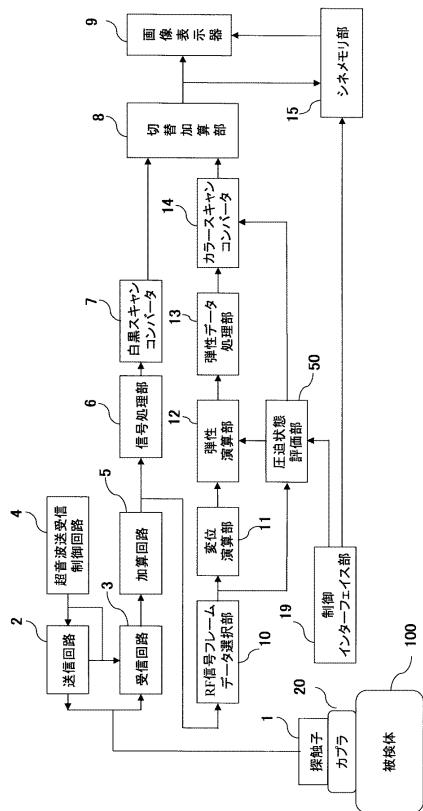
【図8】



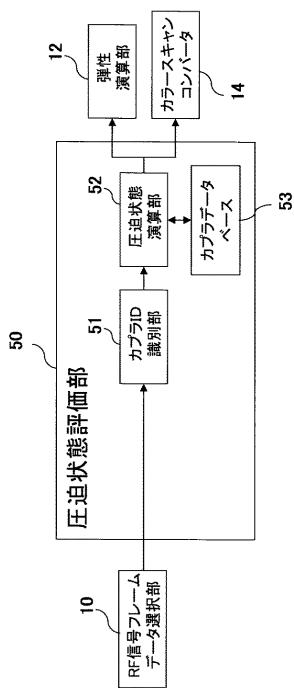
【図9】



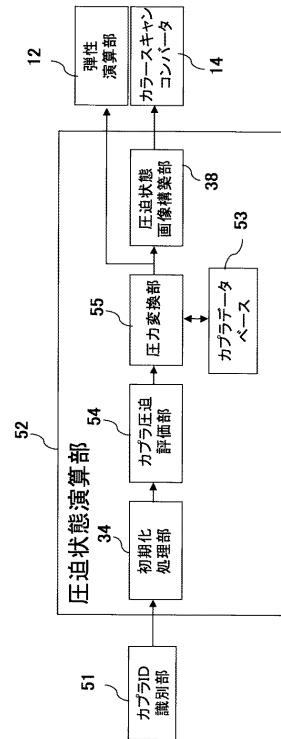
【図10】



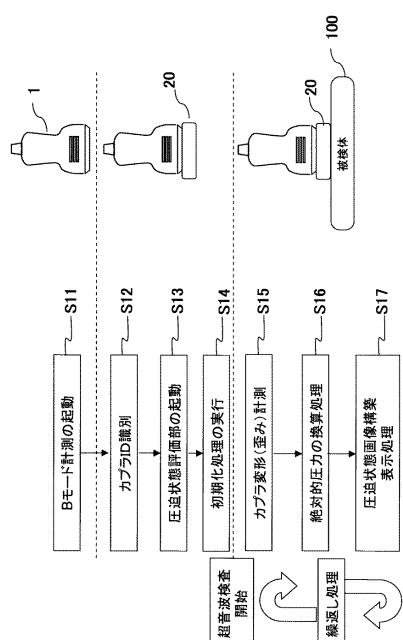
【図11】



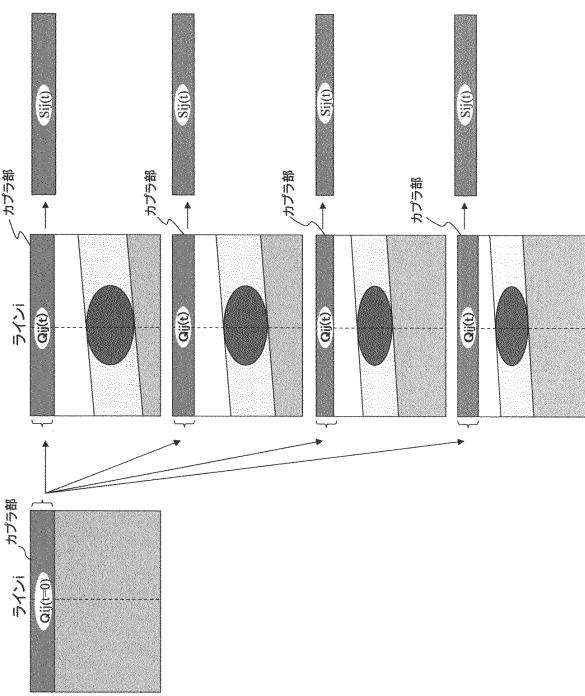
【図12】



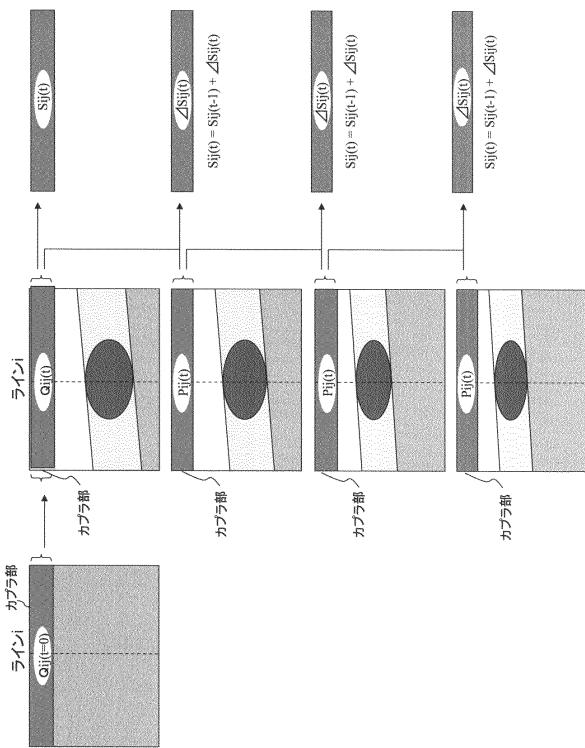
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2005/120358 (WO, A1)  
特開2005-66041 (JP, A)  
国際公開第2006/121031 (WO, A1)  
特開2006-247203 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 8 / 00 - 8 / 15

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP5329533B2</a>	公开(公告)日	2013-10-30
申请号	JP2010509145	申请日	2009-04-14
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
[标]发明人	松村剛		
发明人	松村 剛		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/485 A61B5/6843 A61B8/06 A61B8/13 A61B8/4281 A61B8/488		
FI分类号	A61B8/08		
优先权	2008116313 2008-04-25 JP		
其他公开文献	JPWO2009131029A5 JPWO2009131029A1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 摘要(译)

本发明是为了简化与检测通过超声波探头施加到测试体的绝对压力有关的操作，从而提高可用性。已经检测到弹性耦合器已经附接到超声波发射器/接收器表面的事实以及弹性耦合器处于没有压力的初始状态的事实(S2, S3)，弹性耦合器的初始厚度在初始时在获得状态(S6)的情况下，弹性耦合器处于加压状态的事实是基于包括在RF信号中并且由于弹性耦合器引起的多重回波的消失来检测的，弹性耦合器的厚度在通过在加压状态下检测测试体和弹性耦合器之间的边界来获得加压状态，基于加压状态下的厚度和初始厚度获得厚度变化(S7)，并且施加到加压状态的绝对压力。基于弹性耦合器的厚度变化和预设弹性特性来评估测试对象(S8)。

